

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/04319
G01P 15/08		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. Februar 1997 (06.02.97)

(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE96/01236	(81) Bestimmungsstaaten: DE, JP, US.
(22) Internationales Anmeldedatum:	9. Juli 1996 (09.07.96)	
(30) Prioritätsdaten:		
195 26 691.9	21. Juli 1995 (21.07.95)	DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).		
(72) Erfinder; und		
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MÜNZEL, Horst [DE/DE]; Grubachstrasse 60, D-72770 Reutlingen (DE). OFFENBERG, Michael [DE/DE]; Ob Der Grafenhalde 17, D-72076 Tübingen (DE). HEYERS, Klaus [DE/DE]; Robert-Koch-Strasse 37, D-72766 Reutlingen (DE). ELSNER, Bernhard [DE/DE]; Karl-Joos-Strasse 52, D-70806 Kornwestheim (DE). LUTZ, Markus [DE/DE]; Fizionstrasse 23, D-72762 Reutlingen (DE). SKAPA, Helmut [DE/DE]; Thomas-Mann-Strasse 19, D-72770 Reutlingen (DE). VOSSENBERG, Heinz-Georg [DE/DE]; Sickenhäuser Strasse 101, D-72760 Reutlingen (DE). BUCHAN, Nicholas [DE/DE]; Kaiserstrasse 79, D-72764 Reutlingen (DE). GRAF, Eckhard [DE/DE]; Schwabstrasse 2, D-72810 Gomaringen (DE).		

(54) Title: METHOD OF PRODUCING ACCELERATION SENSORS

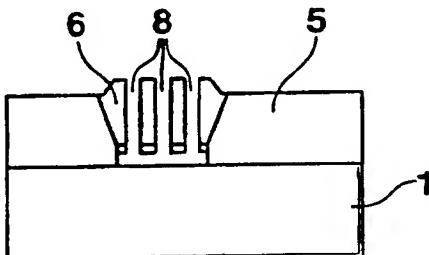
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON BESCHLEUNIGUNGSSSENSOREN

(57) Abstract

The invention concerns a method of producing acceleration sensors using a silicon layer which is deposited in an epitaxial system. The material grows in the form of a polysilicon layer (6) with a given degree of surface roughness above sacrificial layers (2) applied to the carrier (1). The surface roughness is eliminated by applying a photosensitive resist and a post-etching process. Alternatively, chemical-mechanical smoothing can be performed.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Herstellung von Beschleunigungssensoren vorgeschlagen, bei dem eine Siliziumschicht genutzt wird, die in einer Epitaxieanlage abgeschieden wird. Oberhalb von auf dem Träger (1) aufgebrachten Opferschichten (2) wächst das Material als Polysiliziumschicht (6) auf, die eine gewisse Oberflächenrauhigkeit aufweist. Durch Aufbringen eines Photolacks und einen Nachätzprozeß wird diese Oberflächenrauhigkeit beseitigt. Alternativ ist eine chemisch-mechanische Glättung vorgesehen.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

5

10

Verfahren zur Herstellung von Beschleunigungssensoren

## 15 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20 Aus der DE 43 18 466 ist bereits ein Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Sensors bekannt, bei dem ein Träger mit einer Opferschicht verwendet wird. Auf diesem Träger wird in einer Epitaxieanlage eine Siliziumschicht abgeschieden. Über der Opferschicht wächst dabei diese Siliziumschicht als Polysiliziumschicht auf. Als Träger wird ein einkristalliner Siliziumwafer verwendet, so daß das Siliziummaterial in den Bereichen, in denen es einen unmittelbaren Kontakt zum Träger hat, als einkristallines Silizium aufwächst.

25

ein einkristalliner Siliziumwafer verwendet, so daß das Siliziummaterial in den Bereichen, in denen es einen unmittelbaren Kontakt zum Träger hat, als einkristallines Silizium aufwächst.

## 30 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß eine Glättung der Polysiliziumschicht erzielt wird. Durch die Glättung lassen sich die Strukturen für die Sensoren mit besonders großer Präzision in die

Polysiliziumschicht einbringen. Es können so qualitativ hochwertige Sensorstrukturen mit großer Präzision gefertigt werden.

- 5 Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Verfahrens möglich. Besonders präzis erfolgt die Strukturierung der Polysiliziumschicht durch einen  
10 Plasmaätzprozeß. Um die Qualität der Polysiliziumschicht von vornherein zu verbessern, kann eine Polysiliziumstartsicht auf der Opferschicht vorgesehen werden. Durch die Verwendung einer Opferschicht, die die gesamte Oberfläche des Trägers bedeckt, wird ein besonders einfaches Verfahren zur  
15 Herstellung von Sensoren angegeben. Bei der Verwendung einer strukturierten Opferschicht können die Sensorstrukturen besonders gut auf der Oberfläche des Trägers verankert werden. Durch die Verwendung von einkristallinem Silizium als Wafer entstehen verankerte Bereiche, die aus  
20 einkristallinem Silizium bestehen. Dieses Material weist besonders gute Eigenschaften auf. Durch eine Einebnung der polykristallinen Schicht bis diese mit der einkristallinen Schicht eine Ebene bildet, wird eine besonders hochwertige Oberfläche geschaffen, die sich besonders gut für die  
25 weitere Bearbeitung eignet. Insbesondere können dann in der einkristallinen Siliziumschicht elektronische Schaltkreise vorgesehen werden, die mit oberflächlichen oder vergraben Leiterbahnen mit den Sensorstrukturen verbindbar sind.  
30 Zeichnungen  
Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Figur 1 bis 3 das aus dem Stand der  
35 Technik (DE 43 18 466) bekannte Herstellungsverfahren, Figur

- 3 -

4 und 5 den erfindungsgemäßen Ätzschritt, Figur 6 und 7 die Einebnung von Polysiliziumschicht und einkristalliner Siliziumschicht und Figur 8 das Verfahren mit ganzflächiger Opferschicht auf dem Träger.

5

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der Figur 1 wird ein Träger 1 gezeigt, auf dem eine Opferschicht 2 aufgebracht ist. Auf der Opferschicht ist 10 eine Polysiliziumstartschicht 3 aufgebracht. Im folgenden wird davon ausgegangen, daß es sich bei dem Träger 1 um ein einkristallines Siliziumsubstrat handelt. Es sind jedoch auch prinzipiell alle anderen Arten von Trägern aus keramischen Materialien, Glas oder Metall verwendbar. Die 15 hier gezeigte Opferschicht ist nur in einzelnen Bereichen der Oberseite des Trägers 1 vorgesehen. Ebensogut ist es jedoch auch möglich, daß die Opferschicht 2 die gesamte Oberfläche des Trägers 1 bedeckt. Die Polysiliziumstartschicht 3 ist auf der Opferschicht 2 20 aufgebracht, um die Qualität der nachfolgenden Abscheidung von Silizium zu verbessern. Das Verfahren ist jedoch auch ohne diese Polysiliziumstartschicht durchführbar.

Als Material für die Opferschicht 2 sind alle Materialien 25 denkbar, die sich selektiv gegen Silizium ätzen lassen, insbesondere Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Glas oder Metalle. Die Polysiliziumstartschicht 3 wird vorzugsweise in einem LPCVD- (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) Reaktor abgeschieden, da derartige Abscheidungen auf beliebigen 30 Oberflächen bei niedrigen Temperaturen erfolgen können.

Der Träger nach der Figur 1 wird in eine Epitaxieanlage eingebbracht, in der dann eine Siliziumschicht 4 abgeschieden wird. Derartige Epitaxieanlagen sind in der 35 Halbleitertechnik zur Abscheidung von einkristallinen

- 4 -

Epitaxieschichten auf einkristallinen Siliziumwafern  
gebräuchlich. Auf einkristallinen Siliziumwafern wachsen die  
Schichten als einkristalline Siliziumschichten auf. Wenn  
andere Träger, die keine einkristallinen Siliziummaterialien  
5 sind, verwendet werden, so wird eine Siliziumschicht  
abgeschieden, die eine polykristalline Struktur aufweist. In  
Figur 1 wird ein Träger 1 verwendet, der teilweise mit einer  
Opferschicht 2 bedeckt ist. In den Bereichen, in denen die  
Schicht 4 unmittelbar in Kontakt mit dem einkristallinen  
10 Träger 1 steht, wächst eine einkristalline Siliziumschicht 5  
auf. Oberhalb der Opferschicht 2 bzw. der  
Polysiliziumstartsicht 3 wächst eine polykristalline  
Siliziumschicht 6 auf. Das Wachstum erfolgt dabei derart,  
daß sich der polykristalline Bereich 6 noch ein wenig zu  
15 beiden Seiten der Opferschicht 2 bzw. der  
Polysiliziumstartsicht 2 erstreckt. Dies wird in Figur 2  
gezeigt.

Nach dem Abscheiden der Siliziumschicht 4 wird eine  
20 Photolackschicht 7 aufgebracht und strukturiert. Diese  
Photolackschicht dient dann als Ätzmaske für einen  
nachfolgenden Ätzschritt.

In der Figur 3 sind Grabenstrukturen 8 gezeigt, die in die  
25 Polysiliziumschicht 6 eingeätzt wurden. Das Einätzen der  
Grabenstrukturen 8 erfolgt vorzugsweise durch einen  
Plasmaätzprozeß, da derartige Prozesse besonders tiefe und  
schmale Gräben erlauben. Nach dem Einätzen der  
Grabenstrukturen 8 wird die Opferschicht 2 herausgelöst.  
30 Dies erfolgt durch einen naßchemischen oder Plasma  
Ätzprozeß. Weiterhin können Dämpfe, beispielsweise  
Flußsäuredampf, verwendet werden.

Der bisherige zu den Figuren 1 bis 3 beschriebene  
35 Prozeßablauf ist auch bereits aus der DE 43 18 466 bekannt.

- 5 -

In der Figur 4 wird die Oberfläche der polykristallinen Siliziumschicht 6 in einer Vergrößerung gezeigt. Wie zu erkennen ist, weist die Oberfläche der polykristallinen Siliziumschicht 6 eine grobkörnige Struktur auf, die durch die polykristalline Struktur der Polysiliziumschicht 6 bedingt ist. Die Oberflächenrauhigkeit derartiger Schichten kann in der Größenordnung von einigen Mikrometern liegen.  
5 Die aus der Figur 2 bekannte Photolackschicht 7 wird in der Regel durch optische Verfahren strukturiert. Aufgrund der Oberflächenrauhigkeit lässt sich dabei die gewünschte Struktur nicht auf eine definierte Ebene abbilden, und es kommt zum Auftreten von Streulicht. Bei einer rauen Oberfläche ist somit die Genauigkeit der Strukturierung der Photolackschicht 7 begrenzt. Da für Sensoren, insbesondere  
10 Beschleunigungssensoren, Strukturbreiter von einigen Mikrometern verwendet werden, welche auf wenige Zehntel Mikrometer genau gefertigt sein müssen, sollte die Oberflächenrauhigkeit verringert werden.

20 Dazu wird in der Figur 4 gezeigt, daß in einem Zwischenschritt eine weitere Photolackschicht 9 aufgebracht wird. Es erfolgt dann ein Plasmaätzschnitt, wobei für diesen Plasmaätzschnitt die Ätzparameter so gewählt werden, daß  
25 Polysilizium 6 und Photolack 9 mit gleicher Ätzrate geätzt werden. In der Figur 5 wird ein Zwischenschritt dieses Ätzverfahrens gezeigt. Die glättende Wirkung des Ätzverfahrens beruht darauf, daß der Photolack zunächst als Flüssigkeit aufgebracht wird und so nach dem Härten eine  
30 glatte Oberfläche bildet. Da die Ätzrate von Photolack und Polysilizium gleich ist, wird durch das Ätzverfahren diese glatte Oberfläche in das Polysilizium selbst übertragen. Der Glättungsschritt wird an der abgeschiedenen Siliziumschicht vorgenommen, bevor die Photolackschicht 7 für die Ätzgräben  
35 8 aufgebracht wird. Durch die so geglättete Oberfläche der

- 6 -

Polysiliziumschicht 6 kann eine besonders genaue Strukturierung der Photolackschicht 7 und somit eine besonders genaue Strukturierung der Ätzgräben 8 erfolgen.

5 Für die Plasmaätzung ist beispielsweise ein Gasgemisch aus SF<sub>6</sub> und Sauerstoff möglich. Durch das Verhältnis der beiden Ätzgase zueinander können die Ätzraten von Polysilizium und Photolack aneinander angepaßt werden.

10 In Figur 9 bis 12 wird ein weiterer verbesserter Glättungsprozeß gezeigt. Ausgegangen wird hierbei von einer extrem grobkörnigen polykristallinen Siliziumschicht 6. Auf diese polykristalline Siliziumschicht 6 wird eine Photolackschicht 9 aufgebracht. Wegen der extremen  
15 Unregelmäßigkeit der Polysiliziumschicht 6 weist auch die Photolackschicht 9 eine, wenn auch deutlich geringere und abgerundete, Unregelmäßigkeit der Oberfläche auf. Bei sehr groben Oberflächenrauhigkeiten ist eine solche Photolackoberfläche auch bei Auswahl eines besonders  
20 dünnflüssigen Photolacks nicht vollständig zu vermeiden. Dies ist in Figur 9 dargestellt.

25 Es erfolgt dann ein Plasmaätzschnitt, wobei für diesen Plasmaätzschnitt die Ätzparameter so gewählt werden, daß Polysilizium 6 und Photolack 9 mit gleicher Ätzrate geätzt werden. In der Figur 10 wird die resultierende Polysiliziumschicht 6 gezeigt. Die Polysiliziumschicht 6 wurde deutlich geglättet, jedoch blieb eine gewisse Restwelligkeit bestehen.

30 Trotz der verbliebenen Restwelligkeit sind nun schon deutlich verbesserte Grabenstrukturen 8 erzielbar. Eine nochmalige Verbesserung wird jedoch erzielt, indem abermals eine Photolackschicht 9 auf die Polysiliziumschicht 6  
35 aufgebracht wird. Da die auszugleichenden

- 7 -

Oberflächenunregelmäßigkeiten klein sind, ist nunmehr die Oberfläche der Photolackschicht 9 planar. Dies ist in Figur 11 gezeigt.

5 Wiederum erfolgt ein Ätzschritt, wobei die Ätzparameter so gewählt werden, daß Polysilizium 6 und Photolack 9 mit gleicher Ätzrate geätzt werden. In Figur 12 ist die Polysiliziumschicht 6 nach Beendigung dieses Ätzschritts gezeigt. Die nunmehr glatte Oberfläche der  
10 Polysiliziumschicht 6 erlaubt eine nochmals verbesserte Strukturierung.

Durch den Zweischritt-Glättungsprozess bietet sich noch die weitere Optimierungsmöglichkeit, die Viskosität und die  
15 Oberflächenspannung des Photolacks sowie die das Ätzverfahren an die auszugleichende Rauigkeit anzupassen. So könnte beispielsweise der Photolack für den ersten Glättungsschritt etwas dünnflüssiger gewählt werden, um die größeren Rauigkeiten auszugleichen.

20 Eine weitere Möglichkeit zur Glättung der Oberfläche der Polysiliziumschicht 6 besteht in einem chemisch-mechanischen Polierverfahren. Hierzu können Poliereinrichtungen wie sie beispielsweise aus der Metallurgie zum Polieren von  
25 Metallschliffen, welche optisch untersucht werden, oder auch der Halbleiterphysik bekannt sind, benutzt werden. Diese Poliereinrichtung weist einen rotierenden Poliertisch auf, welcher mit einer elastischen Polierauflage versehen ist. Die Polierauflage ist mit einem Poliermittel getränkt. Die zu bearbeitende Polysiliziumoberfläche wird auf die Polierauflage gedrückt. Im Gegensatz zu dem seit langem eingesetzten rein mechanischen Polieren enthält das Poliermittel sowohl Polierkörner als auch aktive chemische Zusätze. Zum Geringhalten des Streulichts empfiehlt es sich,  
30 Polierkörner mit einem möglichst kleinen Durchmesser zu  
35

wählen. Diese chemisch-mechanische Oberflächenbehandlung führt ebenfalls zu einer Oberfläche der Polysiliziumschicht 6, welche in einem nachfolgenden Schritt eine sehr feine Strukturierung erlaubt.

5

Überraschend ist hierbei, daß auch mikrostrukturierte Bauteile bearbeitet werden können. Zu Beginn des Polierprozesses weist das Bauteil eine Stufe auf, welche einen Angriffspunkt zur Beschädigung beim Polieren bieten könnte. Im weiteren Polierprozeß wird diese jedoch verringert und das Polysilizium wird geglättet. Es bietet sich an, den Polierprozeß zu beenden, bevor die Stufe vollständig eingeebnet ist. Die Oberfläche ist dann glatt genug um die beabsichtigte Verbesserung der optischen Strukturierung zu erreichen, gleichzeitig kann die kleine Stufe als Justiermarke benutzt werden.

10

15

In den Figuren 6 und 7 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Der Träger 1, die Opferschicht 2, die Polysiliziumstartschicht 3 und die Siliziumschicht 4 mit der einkristallinen Siliziumschicht 5 und der polykristallinen Siliziumschicht 6 entsprechen wieder den Schichten, wie sie bereits aus den Figuren 1 bis 3 bekannt sind. Auf die Oberfläche der Siliziumschicht 4 wird jedoch noch eine weitere Maskierungsschicht 10 aufgebracht, die aus einem Material besteht, welches eine besonders geringe Ätzrate im nachfolgenden Glättungsätzen aufweist. Diese Maskierungsschicht 10, die beispielsweise aus Siliziumoxid oder einer dicken Lackschicht bestehen kann, läßt jedoch den polykristallinen Bereich 6 weitgehend frei. Danach wird wieder eine Photolackschicht 9 aufgebracht. Im nachfolgenden Glättungsatzschritt, bei dem die Photolackschichten 9 mit der gleichen Ätzrate wie das Polysiliziummaterial 6 geätzt wird, führt wieder zu einer Glättung des polykristallinen Silizium 6. Der Prozeß wird

20

25

30

35

- 9 -

jedoch so lange weitergeführt, bis die Polysiliziumschicht 6 eine ebene Oberfläche mit der einkristallinen Siliziumschicht 5 bildet. Dieser Zustand wird in der Figur 7 gezeigt. Die polykristalline Siliziumschicht 6 und die einkristalline Siliziumschicht 5 bilden nun eine gemeinsame ebene Oberfläche. Auf diese Oberfläche können besonders einfache Leiterbahnstrukturen 11 abgeschieden werden, die nun keinerlei Höhenunterschied zwischen diesen beiden Siliziumschichten mehr überwinden müssen. Dieses Verfahren ist daher besonders gut geeignet, wenn in der einkristallinen Siliziumschicht 5 integrierte Halbleiterelemente 12 vorgesehen werden, durch die eine Auswertung der Sensorstruktur in der Polysiliziumschicht 6 vorgenommen werden soll.

15

In der Figur 8 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Auf einem Träger 1 wird dazu eine die gesamte Oberfläche des Trägers 1 bedeckende Opferschicht 2 aufgebracht. Auf die Opferschicht 2 wird dann in einem Epitaxiereaktor eine Siliziumschicht 4 aufgebracht, die auf der gesamten Oberfläche als polykristalline Schicht 6 aufwächst. Vor dem Abscheiden der Siliziumschicht 4 kann auch, wie in der Figur 8 gezeigt wird, eine polykristalline Startschicht 3 aufgebracht werden. Danach erfolgt dann ein Glättungsschritt, mit dem er die Oberflächenrauhigkeit der gesamten Oberfläche der polykristallinen Siliziumschicht 6 geglättet wird. Dieser Glättungsschritt entspricht dem Verfahren, wie es zu den Figuren 4 und 5 beschrieben wurde. In einem weiteren Schritt werden dann Grabenstrukturen 8 eingeätzt, die sich von der Oberseite der polykristallinen Siliziumschicht 6 bis zur Opferschicht 2 erstrecken. In einem weiteren Ätzschritt wird dann die Opferschicht 2 unterhalb der eingeätzten Strukturen in der Polysiliziumschicht 6 entfernt. Dieser Ätzschritt der Opferschicht erfolgt, indem durch die geätzten

- 10 -

Grabenstrukturen 8 eine Ätzelösung an die Opferschicht 2 herangeführt wird. Diese Ätzelösung löst die Opferschicht 2 auf, wobei ausgehend von den Grabenstrukturen 8 nur langsam eine seitliche Unterätzung unter die polykristalline Siliziumschicht 6 erfolgt. Die Unterätzung wird dann beendet, sobald die Opferschicht 2 unterhalb der eingeätzten Strukturen entfernt ist, jedoch die sonstigen, großflächigeren Bereiche der polykristallinen Schicht 6 noch nicht unterätzt sind. Da bei diesem Verfahren eine Strukturierung der Opferschicht 2 entfällt, ist dieses Verfahren besonders einfach.

5

10

- 11 -

5

10

## Ansprüche

- 15 1. Verfahren zur Herstellung von Sensoren, insbesondere von Beschleunigungssensoren, bei dem auf einem Träger (1) mit einer Opferschicht (2) in einer Epitaxieanlage eine Siliziumschicht (4) abgeschieden wird, die über der Opferschicht (2) als Polysiliziumschicht (6) abgeschieden wird, wobei auf die Polysiliziumschicht (6) eine erste Photolackschicht (7) aufgebracht wird, die durch optische Verfahren als Ätzmaske strukturiert wird, wobei in die Polysiliziumschicht (6) durch die Ätzmaske Strukturen (8) eingebracht werden, die sich von der Oberseite der Polysiliziumschicht (6) bis zur Opferschicht (2) erstrecken, und wobei die Opferschicht (2) unter den Strukturen (8) entfernt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Polysiliziumschicht (6) vor Aufbringen der ersten Photolackschicht (7) in einem Glättungsprozeß nachbearbeitet wird.

20

25

30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Glättungsprozeß erfolgt, indem ein Photolack (9) aufgebracht wird und ein Ätzprozeß durchgeführt wird, der die Polysiliziumschicht (6) und den Photolack (9) mit in etwa der gleichen Ätzrate ätzt.

35

- 12 -

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach Ätzen des Photolacks (9) eine weitere Schicht Photolack (9) aufgetragen wird und ein weiterer Ätzprozeß durchgeführt wird.

5

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ätzprozeß als Plasmaätzprozeß durchgeführt wird.

10

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Glättungsprozeß durch chemisch-mechanisches Polieren erfolgt.

15

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Opferschicht (2) vor der Abscheidung der Siliziumschicht (4) in der Epitaxieanlage eine Polysiliziumstartschicht (3) abgeschieden wird.

20

7. Verfahren nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Opferschicht (2) die gesamte Oberfläche des Trägers (1) bedeckt.

25

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Opferschicht (2) vor dem Abscheiden der Siliziumschicht (4) in der Epitaxieanlage strukturiert wird.

30

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (1) aus einkristallinem Silizium besteht, und daß die Siliziumschicht (4) in den Bereichen, in denen keine Opferschicht (2) vorgesehen ist, als einkristalline Siliziumschicht (5) aufwächst.

35

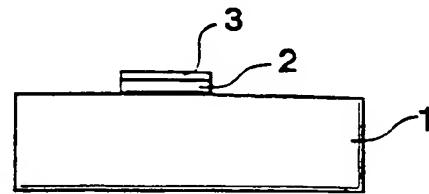
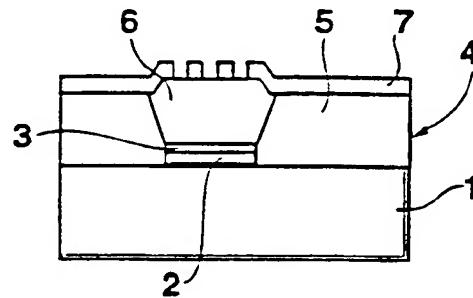
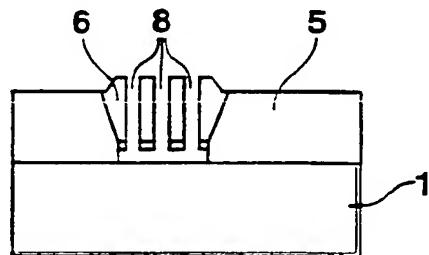
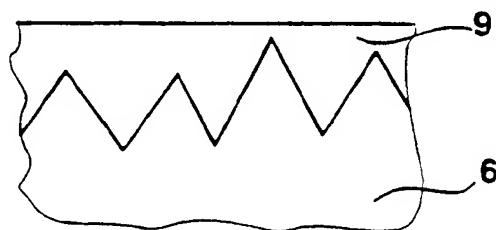
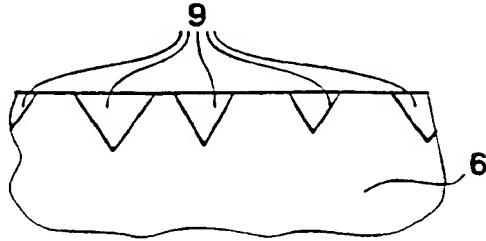
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Glättungsschritt der Polysiliziumschicht (6) so lange

durchgeführt wird, bis die polykristalline Siliziumschicht (6) und die einkristalline Siliziumschicht (5) eine gemeinsame ebene Oberfläche bilden.

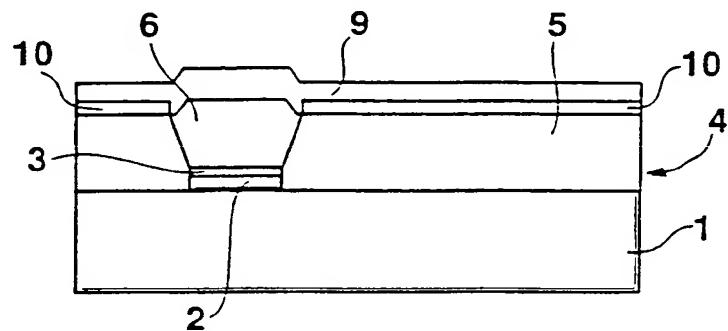
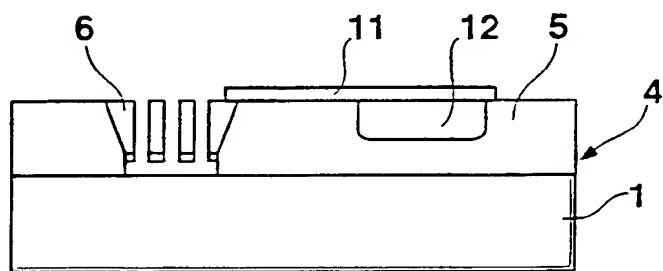
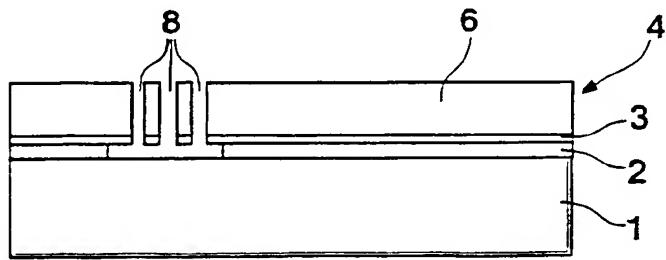
5 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in der einkristallinen Siliziumschicht (5) elektronische Schaltkreise (12) gebildet werden, und daß auf der gemeinsamen ebenen Oberfläche Leiterbahnen (11) vorgesehen werden, die von den Schaltkreisen (12) bis zur  
10 Polysiliziumschicht (6) reichen.

15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Glättungsprozeß eine geringe Stufe zwischen Polysiliziumschicht (6) und einkristalliner Siliziumschicht (5) besteht, welche als Justiermarke benutzt wird.

1/4

**Fig. 1****Fig. 2****Fig. 3****Fig. 4****Fig. 5**

2/4

**Fig. 6****Fig. 7****Fig. 8**

3/4

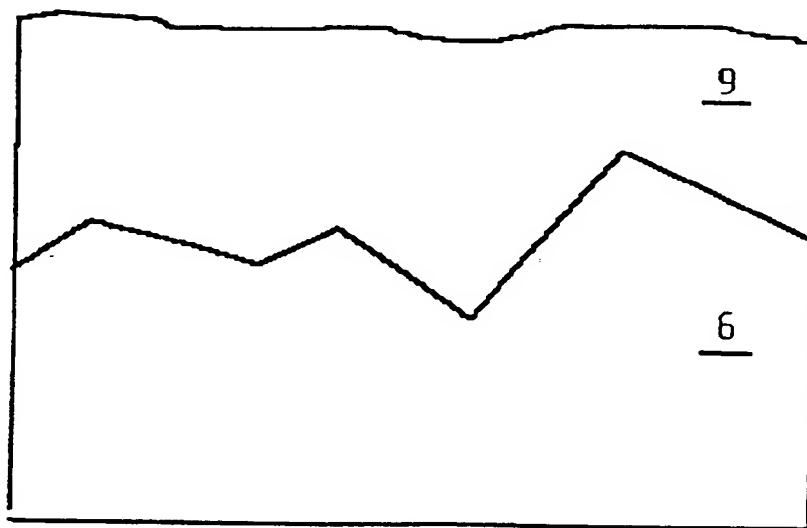


Fig. 9

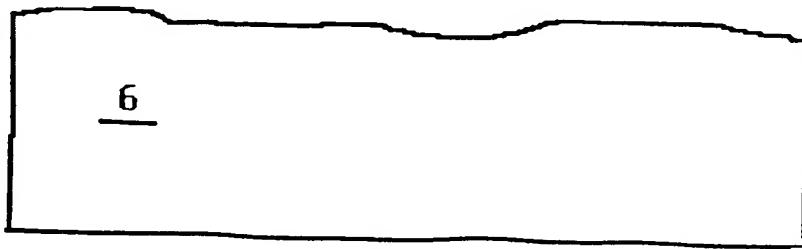


Fig. 10

4/4

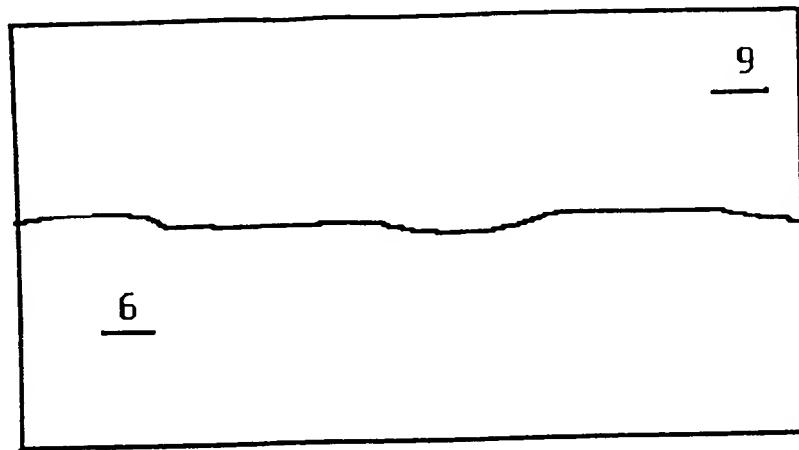


Fig. 11

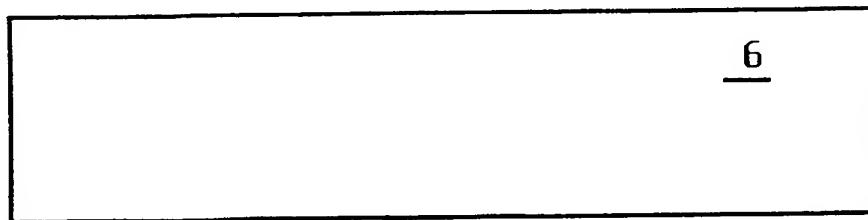


Fig. 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No  
PCT/DE 96/01236

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 6 G01P15/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G01P G03F H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,A,43 18 466 (BOSCH GMBH ROBERT) 8 December 1994 cited in the application ---	1,6
A	EP,A,0 287 318 (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR) 19 October 1988 see column 11, line 8 - column 12, line 30; figures 7,8 ---	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 385 (E-668), 14 October 1988 & JP,A,63 129613 (FUJITSU LTD), 2 June 1988, see abstract --- -/-	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*'E' earlier document but published on or after the international filing date
- \*'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 October 1996

Date of mailing of the international search report

25.10.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Pflugfelder, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/DE 96/01236

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 559 323 (SGS THOMSON MICROELECTRONICS) 8 September 1993 see column 1, line 30 - line 58; figures 3-5,9,10 -----	1

1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

In: **International Application No**

**PCT/DE 96/01236**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-4318466	08-12-94	FR-A- 2707043 JP-A- 7099326	30-12-94 11-04-95
EP-A-0287318	19-10-88	CA-A- 1312679 DE-D- 3853313 DE-T- 3853313 JP-A- 1098261 US-A- 5166767	12-01-93 20-04-95 16-11-95 17-04-89 24-11-92
EP-A-0559323	08-09-93	US-A- 5323047 JP-A- 6236861	21-06-94 23-08-94

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

## Int. .onales Aktenzeichen

PCT/DE 96/01236

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G01P15/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiert Mindestpräststoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole )  
IPK 6 G01P G03F H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestpruftstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,A,43 18 466 (BOSCH GMBH ROBERT) 8.Dezember 1994 in der Anmeldung erwähnt ---	1,6
A	EP,A,0 287 318 (FAIRCHILD SEMICONDUCTOR) 19.Oktober 1988 siehe Spalte 11, Zeile 8 - Spalte 12, Zeile 30; Abbildungen 7,8 ---	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 385 (E-668), 14.Oktober 1988 & JP,A,63 129613 (FUJITSU LTD), 2.Juni 1988, siehe Zusammenfassung ---	1

<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist.</li> <li>*'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</li> <li>*'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</li> <li>*'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</li> <li>*'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</li> </ul>	<p>*'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*&amp; Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 96/01236

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 559 323 (SGS THOMSON MICROELECTRONICS) 8.September 1993 siehe Spalte 1, Zeile 30 - Zeile 58; Abbildungen 3-5,9,10 -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

**Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören**

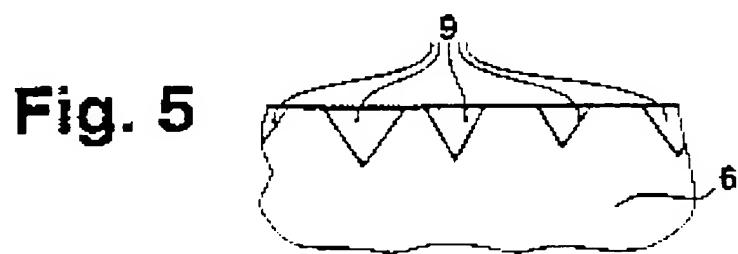
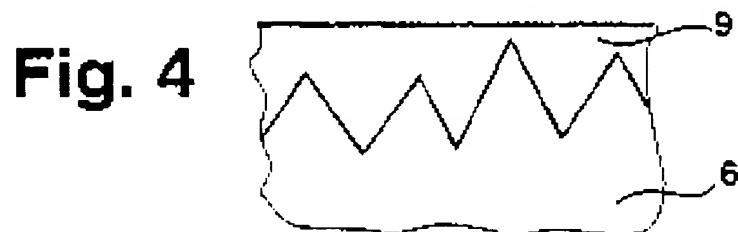
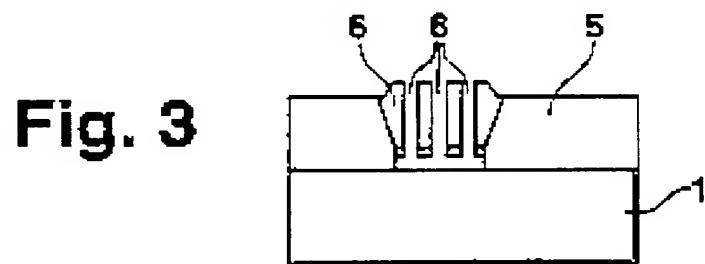
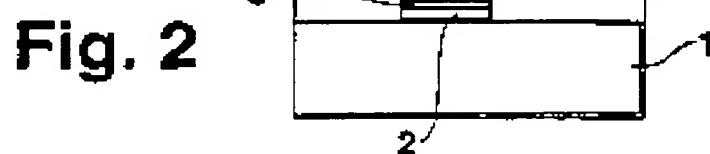
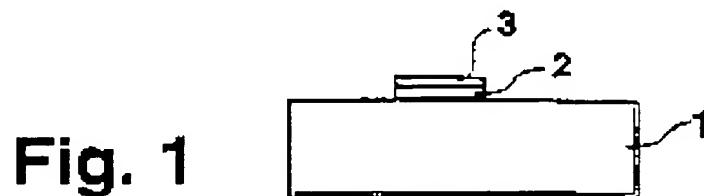
In **regionales Aktienzeichen**

PCT/DE 96/01236

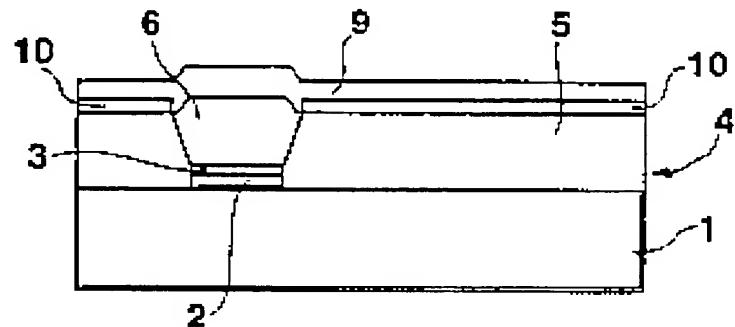
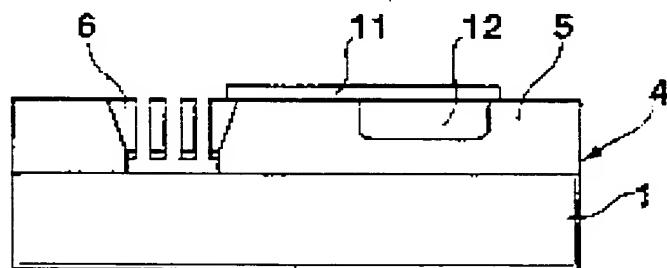
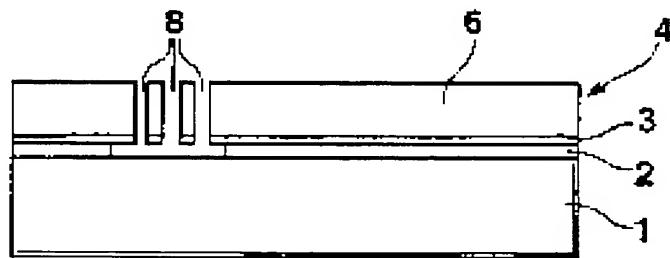
Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE-A-4318466	08-12-94	FR-A-	2707043	30-12-94
		JP-A-	7099326	11-04-95
EP-A-0287318	19-10-88	CA-A-	1312679	12-01-93
		DE-D-	3853313	20-04-95
		DE-T-	3853313	16-11-95
		JP-A-	1098261	17-04-89
		US-A-	5166767	24-11-92
EP-A-0559323	08-09-93	US-A-	5323047	21-06-94
		JP-A-	6236861	23-08-94



1/4



2/4

**Fig. 6****Fig. 7****Fig. 8**

3/4

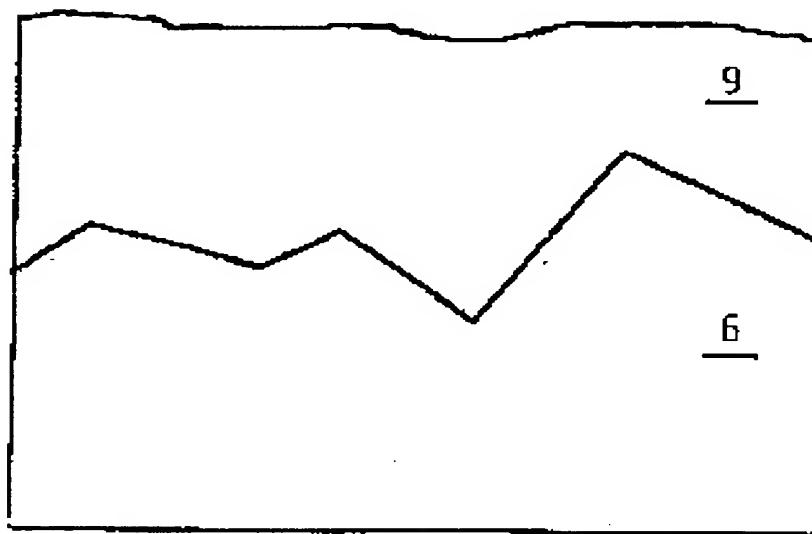


Fig. 9

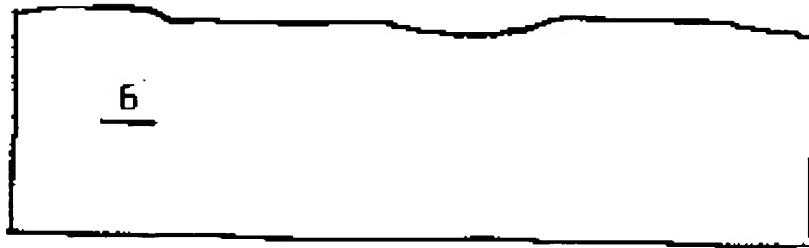


Fig. 10

5/4

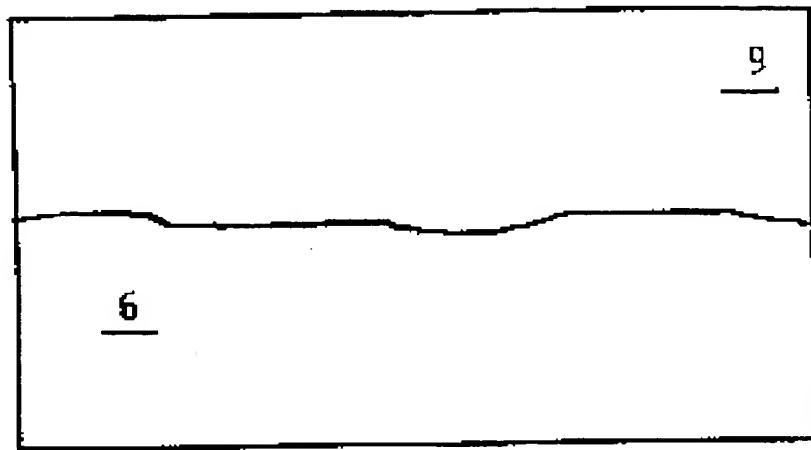


Fig. 11



Fig. 12